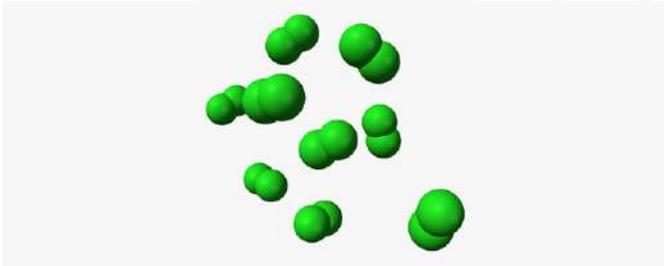




# GASES

É conhecido que a matéria se apresenta comumente em três diferentes estados de agregação intercambiáveis: o gasoso, o líquido e o sólido. Cada um deles é regido por um conjunto de leis peculiares cuja validade vai sendo limitada à medida que a matéria, por alteração das condições físicas em que é mantida, se aproxima das condições de transição de um desses estados para outro.



O comportamento dos gases e as leis que os regem encontram explicação clara através da Teoria Cinética dos Gases. Trata-se de uma doutrina cujos fundamentos foram lançados por Daniel Bernoulli, desenvolvida antes da formulação das teorias modernas sobre a estrutura da matéria. Baseia-se em certas hipóteses, que são muito úteis à interpretação das propriedades dos gases e à justificação de seu comportamento em termos quantitativos.

## TEORIA CINÉTICA DOS GASES

1. O tamanho das partículas gasosas (átomos ou moléculas) é muito menor que a distância entre elas.
2. As partículas de um gás estão em constante movimento desordenado, ocupando todo o volume do recipiente.
3. As colisões das partículas com as paredes do recipiente originam a pressão.
4. As colisões das partículas com as paredes do recipiente e com elas mesmas são colisões perfeitamente elásticas, ou seja, não há perda de energia.

5. A energia cinética das partículas é função da temperatura.

$$(E_c = 3/2 kT, \text{ onde } k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K})$$

## EQUAÇÃO GERAL DOS GASES IDEAIS

Empregada quando o problema não envolver quantidade de matéria (mol) ou massa ou quando forem constantes. O que interessa são apenas as variáveis de estado: T (temperatura), P (pressão) e V (volume).

$$T = \text{cte} \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2$$

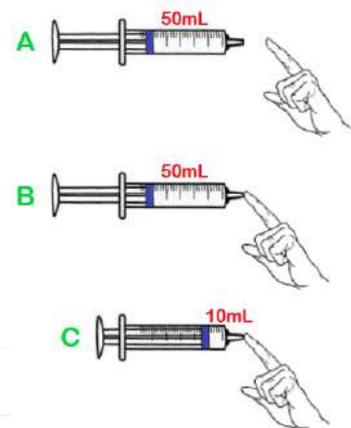
$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \Rightarrow P = \text{cte} \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$V = \text{cte} \Rightarrow \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$$

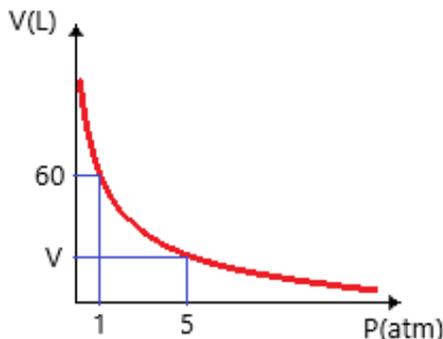
Os problemas que envolvem temperatura nestas equações, esta terá que estar na escala Kelvin (temperatura termodinâmica ou absoluta).

a. **(PEDRO NUNES)** Um estudante de uma cidade litorânea queria sentir pressões maiores do que a atmosférica local e realizou o experimento revelado pelas figuras que se seguem. Qual a pressão exercida pelo ar atmosférico na ponta do dedo na figura C?

- a) 1atm
- b) 2atm
- c) 3atm
- d) 4atm
- e) 5atm

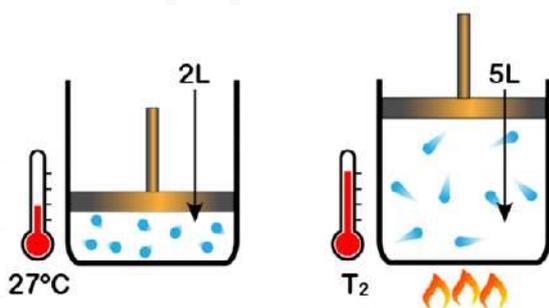


**b. (PEDRO NUNES)** A seguir temos uma isoterma construída através de dados experimentais em um laboratório. O estudante então, com preguiça, não concluiu todo o experimento, deixando o dado correspondente ao volume quando a pressão era de 5atm em aberto. Através dos conhecimentos de química, podemos dizer que o volume  $V$  que o estudante deveria ter encontrado, deve ser igual a:



- a) 10L
- b) 11L
- c) 12L
- d) 13L
- e) 15L

**c. (PEDRO NUNES)** No sistema abaixo temos 2L de um gás inicialmente a 27°C num recipiente contendo um êmbolo móvel e de massa desprezível. Houve um aquecimento e por conta do aumento momentâneo da pressão, o êmbolo subiu, como vemos na figura. Qual a temperatura  $T_2$  em °C?



- a) 100°C
- b) 273°C
- c) 477°C
- d) 598°C
- e) 750°C

## EQUAÇÃO DE ESTADO DO GÁS IDEAL OU EQUAÇÃO DE CLAPEYRON

Empregada quando o problema gasoso envolver quantidade de matéria (mol) ou massa do gás.

$$PV = nRT$$

$$n = \frac{m}{M}$$

$$PV = \frac{m}{M} RT$$

$$R = 0,082 \text{ atm.L/mol.K}$$

$$R = 62,3 \text{ mmHg.L/mol.K}$$

$P$  é a pressão,  $V$  o volume,  $n$  a quantidade de matéria (número de mols),  $R$  a constante universal dos gases ideais e  $T$  a temperatura termodinâmica, ou seja, temperatura absoluta, na escala Kelvin.

A quantidade de matéria ou número de mols  $n$  pode ser calculada dividindo-se a massa do gás  $m$  pela massa molar  $M$  desse mesmo gás, conforme revelado acima.  $m$  é a massa do gás em gramas e  $M$  a massa molar em g/mol.

**d. (PEDRO NUNES)** No cilindro a seguir temos uma mistura gasosa em que os gases não reagem entre si. Num incêndio a temperatura em seu interior subiu perigosamente, podendo ocorrer uma explosão mecânica. Qual a pressão em mmHg exercida pela mistura gasosa em mmHg nesta situação? Considere a constante universal dos gases ideais com o valor  $R = 62,3 \text{ mmHg.L/mol.K}$



$$n_{\text{Ar}} = 2 \text{ mol}$$

$$n_{\text{CO}_2} = 8 \text{ mol}$$

$$T = 127^\circ\text{C}$$

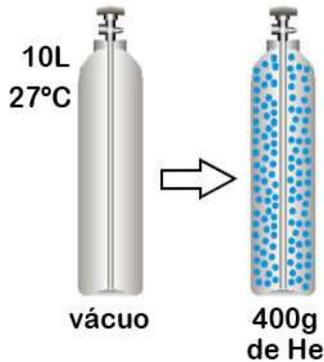
$$V = 10 \text{ L}$$

- a) 32,8
- b) 278
- c) 1732
- d) 15600
- e) 24920

**e. (PEDRO NUNES)** O hélio é o gás nobre de menor massa molar, apresentando baixa densidade absoluta nas condições do ambiente. É vendido em cilindros de aço e hoje tem sua revenda reduzida por conta do alto valor.

Observando a figura a seguir, a que pressão corresponde ao cilindro cheio?

$M(\text{He}) = 4\text{g/mol}$



- a) 123atm
- b) 246atm
- c) 356atm
- d) 400atm
- e) 518atm

## DENSIDADE ABSOLUTA DE UM GÁS

A densidade absoluta ou massa específica de um gás, é a relação que existe entre a massa do gás e o volume que o mesmo ocupa. Na prática nem sempre é tão fácil encontrar a massa de um gás ou, até mesmo determinar o seu volume, por isso recorremos a outra expressão, que relaciona a densidade com parâmetros mais fáceis de serem determinados, como pressão e temperatura.

$$d = \frac{m}{V}$$

$$d = \frac{P \cdot M}{R \cdot T}$$

$d$  é a densidade absoluta (massa específica) do gás,  $m$  a massa do gás,  $V$  o volume ocupado pelo gás,  $P$  a pressão exercida pelo gás,  $M$  a massa molar do gás,  $R$  a constante universal dos gases ideais e  $T$  a temperatura termodinâmica (temperatura absoluta) em Kelvin.

**Wf. (PEDRO NUNES)** O gás hidrogênio ( $\text{H}_2$ ) já foi muito empregado para encher os balões dos dirigíveis. É um gás menos denso que o ar e que pode entrar em combustão, bastando para isto acontecer uma pequena chama ou descarga elétrica. Qual a densidade desse gás a 27°C e 1atm de pressão?  $M(\text{H}_2) = 2\text{g/mol}$ .

- a) 0,01g/L
- b) 0,02g/L
- c) 0,05g/L
- d) 0,08g/L
- e) 0,10g/L

## DENSIDADE RELATIVA ENTRE DOIS GASES A E B

Como o nome diz, é a relação entre a densidade de um gás em relação ao outro, estando ambos nas mesmas condições de temperatura e pressão.

$$d_{A,B} = \frac{d_A}{d_B}$$

$$d_{A,B} = \frac{M(A)}{M(B)}$$

$d_{A,B}$  é a densidade do gás A em relação ao gás B,  $d_A$  a densidade do gás A,  $d_B$  a densidade do gás B,  $M(A)$  a massa molar do gás A e  $M(B)$  a massa molar do gás B.

**g. (PEDRO NUNES)** O hidrogênio é um gás de baixíssima densidade, por este motivo foi utilizado nos dirigíveis alemães, como o Zeppelin. A maioria dos dirigíveis emprega hoje o gás nobre hélio que não é inflamável. Quantas vezes o gás hélio é mais denso que o gás hidrogênio nas mesmas condições?

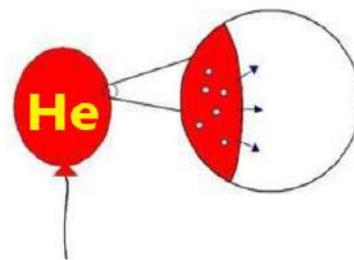
$M(\text{H}_2) = 2\text{g/mol}$  e  $M(\text{He}) = 4\text{g/mol}$

- a) 1,2
- b) 1,5
- c) 2
- d) 2,5
- e) 3

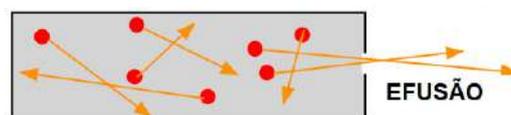
## DIFUSÃO E EFUSÃO GASOSA

### Difusão gasosa

Difusão gasosa é a mistura gradual das moléculas de um gás com moléculas de outro gás devido às suas propriedades cinéticas (movimentação molecular constante). A mistura de gases toma um tempo relativamente longo para se completar, apesar da movimentação das moléculas. Isso ocorre devido às frequentes colisões intermoleculares.



Um bom exemplo é o escape do gás de cozinha por um pequeno giclê ou o gás que escapa de um vidro de perfume junto com o líquido.



$$\frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{d_B}{d_A}} \quad \frac{v_A}{v_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}} \quad \frac{e_A}{e_B} = \sqrt{\frac{M_B}{M_A}}$$

$v$  é a velocidade de efusão,  $d$  a densidade absoluta do gás,  $M$  a massa molar do gás e  $e$  o espaço percorrido pelo gás.

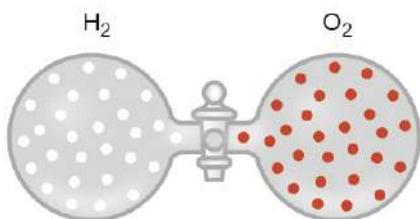
**h. (PEDRO NUNES)** Em alguns eventos são vendidos balões de festa cheios com gás hélio (He). A criançada adora. Ao levar o balão contendo hélio para casa, alguns tomam muito cuidado para não deixar o mesmo estourar. No dia seguinte, ao acordar, querem logo brincar com o artefato e uma surpresa desagradável ocorre; o balão está murcho. Qual o motivo do escapamento do gás, considerando que o balão não está furado?

- efusão
- difusão
- ebulição
- expansão
- dissociação

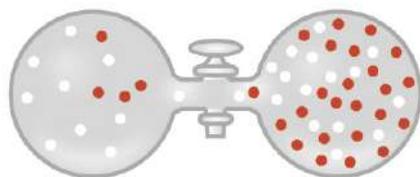
**i. (PEDRO NUNES)** Hidrogênio gasoso ( $H_2$ ) e hélio gasoso (He) são dois gases menos densos que o ar. Quantas vezes a velocidade de efusão do hidrogênio é maior que hélio?

$$M(H_2) = 2g.mol^{-1} \text{ e } M(He) = 4g.mol^{-1}.$$

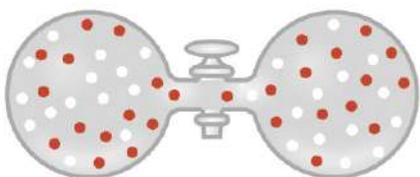
- 1
- 1,2
- 1,4
- 1,6
- 1,8



Torneira fechada



Torneira aberta



Torneira aberta depois de algum tempo

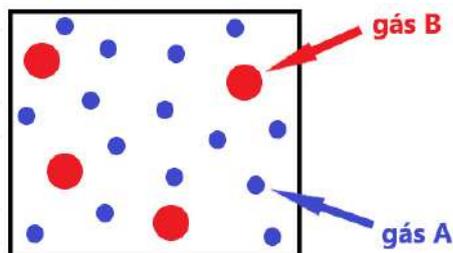
Exemplo: quando abrimos um vidro de amônia ( $NH_3$ ) em um canto de sala e nos posicionamos em um canto oposto, demoramos um certo tempo para sentirmos o odor característico do gás. Dizemos que o gás está se difundindo.

## Efusão gasosa

Efusão gasosa é o processo no qual um gás sob pressão, em um compartimento, escapa para outro compartimento através de um ou mais pequenos orifícios. Este outro compartimento pode conter ou não outro gás. Uma bola cheia de gás hélio, murcha com o tempo, por conta da efusão, ou seja, pequenos orifícios que existem na bola permitem a passagem lenta do gás.

## PRESSÃO PARCIAL DE UM GÁS

Pressão parcial de um gás em uma mistura gasosa é a pressão que esse gás exerceria se sozinho ocupasse o mesmo volume da mistura à mesma temperatura.



$$p_A = \frac{n_A}{n_B} \cdot p_T$$

$$X_A = \frac{n_A}{n_T}$$

$$P_A = X_A \cdot p_T$$

$p_A$  é a pressão parcial do gás A,  $n_A$  a quantidade de matéria (número de mols) do gás A,  $n_T$  a quantidade de matéria total dos gases e  $p_T$  a pressão total exercida pelos gases.

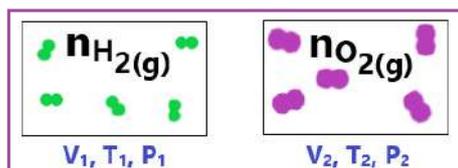
$X_A$  é a fração molar do gás A.

j. (PEDRO NUNES) Uma mistura gasosa a 27°C tem uma pressão de 200kPa e é composta apenas pelos gases argônio (Ar) e nitrogênio (N<sub>2</sub>). Sabendo que a fração molar do nitrogênio gasoso é igual a 0,8, determine a pressão exercida pelo gás nobre.

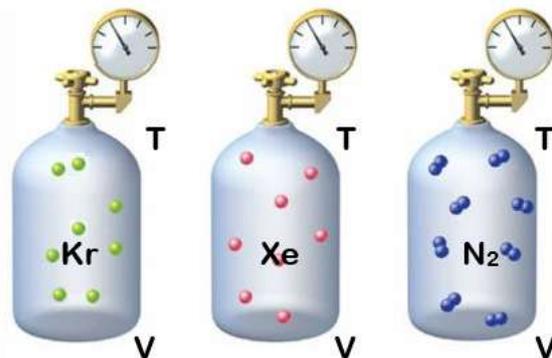
- a) 10kPa
- b) 20kPa
- c) 30kPa
- d) 40kPa
- e) 50kPa

## PRINCÍPIO DE AVOGADRO

Volumes iguais de gases quaisquer, medidos nas mesmas condições de temperatura e pressão, conterão o mesmo número de partículas (átomos ou moléculas), ou seja,  $n_{H_2(g)} = n_{O_2(g)}$ .



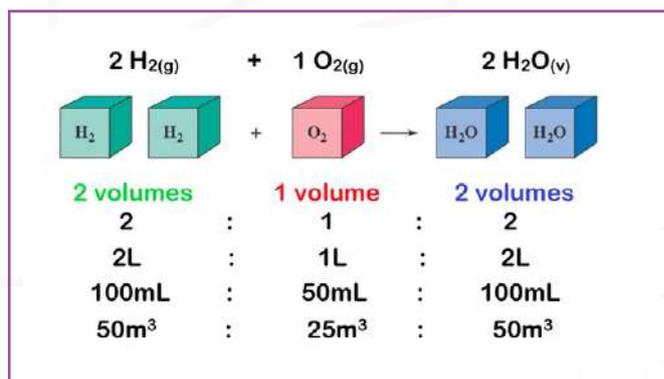
k. (PEDRO NUNES) Observe atentamente a figura a seguir, onde temos três recipientes iguais contendo gases diferentes, no primeiro criptônio gasoso, no segundo xenônio gasoso e no terceiro nitrogênio gasoso. Sabe-se que no recipiente contendo o nitrogênio gasoso encontramos 2mol de moléculas. Quais as quantidades de matéria (número de mols) contidas respectivamente nos frascos contendo criptônio e xenônio?



- a) 1mol e 1mol
- b) 1mol e 2mol
- c) 2mol e 1mol
- d) 2mol e 2mol
- e) 4mol e 4mol

## LEI VOLUMÉTICA DE GAY-LUSSAC

“Numa reação entre gases, os volumes dos reagentes e dos produtos gasosos (medidos nas mesmas condições de temperatura e pressão) formam, entre si, uma proporção constante de números inteiros e em geral pequenos”.



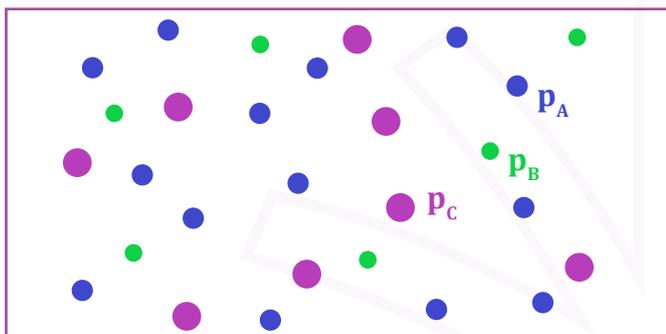
l. (PEDRO NUNES) 1mol de hidrogênio gasoso (H<sub>2</sub>) reage estequiometricamente com 1mol de bromo (Br<sub>2</sub>) para formar 2mol de brometo de hidrogênio (HBr). Estando tudo nas mesmas condições, ao colocarmos 2L de hidrogênio gasoso com bromo em excesso, qual o volume de brometo de hidrogênio produzido segundo a lei volumétrica de Gay-Lussac?



- a) 1L
- b) 2L
- c) 3L
- d) 4L
- e) 5L

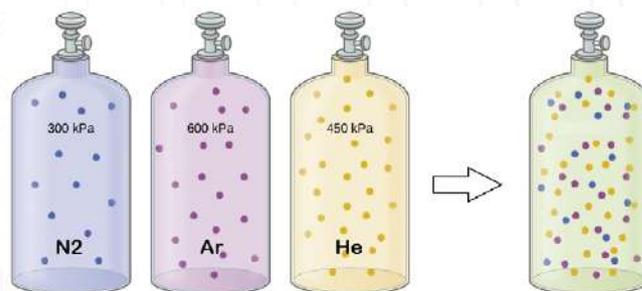
## LEI DE DALTON PARA OS GASES

A pressão total ( $p_T$ ) exercida por uma mistura gasosa é igual a soma das pressões parciais exercida por cada gás na mistura ( $p_A + p_B + p_C$ ).



$$p_T = p_A + p_B + p_C$$

m. (PEDRO NUNES) Três recipientes distintos e de igual volume contêm os gases nitrogênio ( $N_2$ ), argônio (Ar) e hélio (He). As pressões exercidas em cada recipiente estão reveladas abaixo. Se misturarmos esses três gases num outro recipiente igual aos anteriores, qual a pressão exercida?



- a) 300kPa
- b) 600kPa
- c) 450kPa
- d) 865kPa
- e) 1350kPa

## Anotações